

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

Р. Ю. Царёв, А. В. Прокопенко, А. Н. Князьков

ОЦЕНКА И ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки: 09.03.03 «Прикладная информатика», 09.03.04 «Программная инженерия», 38.03.02 «Менеджмент», 38.03.05 «Бизнес-информатика» (рег. № 528 от 10.08.2015 г.)

Красноярск
СФУ
2015

УДК 004.42-027.45(07)
ББК 32.971-021я73
Ц181

Р е ц е н з е н т ы:

А. Н. Антамошкин, доктор технических наук, профессор Красноярского государственного аграрного университета;

А. А. Ступина, доктор технических наук, профессор Красноярского государственного аграрного университета

Царёв, Р. Ю.

Ц181 Оценка и повышение надежности программно-информационных технологий : учеб. пособие / Р. Ю. Царёв, А. В. Прокопенко, А. Н. Князьков. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2015. – 176 с.
ISBN 978-5-7638-3387-4

Рассмотрены актуальные вопросы оценки и повышения надежности программно-информационных технологий. Приведены различные подходы к анализу программных средств как традиционной, так и распределенной архитектуры, а также мультиверсионного программного обеспечения. Рассмотрены основы мультиверсионного проектирования, показан объектно-ориентированный подход к повышению надежности программного обеспечения с введением программной избыточности. Особое внимание уделено проблеме надежности программно-информационных технологий корпоративных структур.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 09.03.03 «Прикладная информатика», 09.03.04 «Программная инженерия», 38.03.02 «Менеджмент», 38.03.05 «Бизнес-информатика», всех форм обучения.

Электронный вариант издания см.:
<http://catalog.sfu-kras.ru>

УДК 004.42-027.45(07)
ББК 32.971-021я73

ISBN 978-5-7638-3387-4

© Сибирский федеральный университет, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 7 |
| 1. АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ НА ВСЕХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА | 8 |
| 1.1. Программное обеспечение и надежность | 8 |
| 1.2. Проблемы в области исследования надежности программного обеспечения | 9 |
| 1.2.1. Проблемы терминологии | 10 |
| 1.2.2. Проблемы выбора параметров | 11 |
| 1.3. Классификация моделей оценки надежности ПО | 12 |
| 1.4. Методы и средства обеспечения надежности программного обеспечения | 14 |
| 1.5. Фазы разработки программного обеспечения | 15 |
| 1.6. Фаза дизайна архитектуры программного обеспечения | 16 |
| 1.6.1. Зависимость надежности от архитектуры программного обеспечения | 17 |
| 1.6.2. Компоненты архитектуры | 18 |
| 1.6.3. Свойства компонентов архитектуры | 20 |
| 1.6.4. Надежность архитектуры программного обеспечения | 20 |
| 1.7. Фаза кодирования | 24 |
| 1.8. Фаза тестирования | 25 |
| 1.8.1. Методология тестирования программного обеспечения | 25 |
| 1.8.2. Моделирование роста надежности программного обеспечения | 27 |
| 1.8.3. Операционные профили тестирования | 29 |
| 1.9. Целеориентированный подход к жизненному циклу программных средств | 31 |
| 2. МУЛЬТИВЕРСИОННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ | 36 |
| 2.1. Базовые элементы мультиверсионного программного обеспечения | 36 |
| 2.2. Жизненный цикл мультиверсионного программного обеспечения | 39 |
| 2.3. Восстановление сбойных компонент при мультиверсионном объектно-ориентированном программировании | 42 |

| | |
|--|----|
| 2.4. Формализация задачи мультиверсионного формирования программно-информационных технологий с гарантированной доступностью ресурсов | 47 |
| 2.5. Модель использования ресурсов при формировании программно-информационных технологий | 51 |
| 2.5.1. Формирование вектора временной развертки с учетом ресурсных и временных ограничений | 55 |
| 2.5.2. Формирование оптимального вектора конфигурации при стоимостных ограничениях | 59 |
| 2.6. Алгоритмические процедуры мультиверсионного формирования программно-информационных технологий | 60 |
| 2.6.1. Общий алгоритм решения задачи | 61 |
| 2.6.2. Алгоритм проверки вектора конфигурации на ресурсные и временные ограничения | 62 |
| 2.7. Применение мультиверсий для обеспечения отказоустойчивости программно-информационных технологий | 68 |
| 2.7.1. Блоки восстановления | 69 |
| 2.7.2. Мультиверсионное программирование | 70 |
| 2.7.3. Мультиверсионное программирование с самоконтролем | 71 |
| 2.7.4. Блоки восстановления с согласованием | 73 |
| 2.7.5. Проблемы мультиверсионного программного обеспечения .. | 74 |
| 3. МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ | 80 |
| 3.1. Модель анализа на этапе дизайна архитектуры программного обеспечения | 80 |
| 3.2. Анализ надежности программного обеспечения на фазе кодирования | 83 |
| 3.3. Анализ надежности программного обеспечения на фазе тестирования системы | 84 |
| 3.4. Операционные профили тестирования компонент | 85 |
| 3.4.1. Ведение таблиц параметров профилей | 86 |
| 3.4.2. Пример применения операционных профилей | 87 |
| 3.5. Модели надежности объектно-ориентированного программного обеспечения | 89 |
| 3.5.1. Формирование архитектуры объектно-ориентированного программного обеспечения | 89 |
| 3.5.2. Кодирование и тестирование объектно-ориентированного программного обеспечения | 92 |
| 3.5.3. Модель оценки транзакционной надежности объектно-ориентированного программного обеспечения | 92 |
| 3.5.4. Пример расчета транзакционной надежности | 95 |

| | |
|---|-----|
| 4. СИСТЕМА МОДЕЛЬНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ МНОГОЭТАПНОГО АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ | 97 |
| 4.1. Среда разработки | 97 |
| 4.2. Описание системы модельно-алгоритмической поддержки многоэтапного анализа надежности программных средств | 97 |
| 4.3. Концептуальная архитектура системы модельно-алгоритмической поддержки многоэтапного анализа надежности программных средств | 98 |
| 4.4. Концептуальная архитектура реализации мультиверсионной среды..... | 100 |
| 4.5. Описание функционирования системы..... | 102 |
| 4.6. Примеры решения задач и анализ результатов | 104 |
| 5. ПРОБЛЕМА ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ КОРПОРАТИВНЫХ СТРУКТУР | 111 |
| 5.1. Обеспечение отказоустойчивости и доступности ресурсов программно-информационных технологий..... | 111 |
| 5.1.1. Адекватность программно-информационных технологий условиям и требованиям работоспособности | 112 |
| 5.1.2. Обеспечение доступности ресурсов программно-информационных технологий | 115 |
| 5.1.3. Анализ реализации корпоративного портала..... | 119 |
| 5.2. Обеспечение гарантированной готовности программно-информационных технологий..... | 122 |
| 5.2.1. Аппаратно-программная избыточность серверов | 122 |
| 5.2.2. Платформа сервера гарантированной готовности..... | 124 |
| 5.2.3. Программно-информационная технология АТМ обеспечения гарантированной готовности..... | 128 |
| 5.3. Задачи управления корпоративными программно-информационными технологиями..... | 130 |
| 5.3.1. Модель централизованного управления..... | 131 |
| 5.3.2. Интеграция сетевого и системного администрирования в корпоративных структурах | 132 |
| 5.3.3. Программно-информационные технологии сетевого администрирования..... | 134 |
| 5.3.4. Программно-информационные технологии системного администрирования..... | 137 |
| 5.3.5. Возможности современных ПИТ для управления ИТ-услугами в корпорации | 141 |

| | |
|--|-----|
| 5.3.6. Анализ проблем управления корпоративными программно-информационными технологиями | 143 |
| 6. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ КОРПОРАТИВНЫХ СТРУКТУР | 146 |
| 6.1. Процедуры формирования ПИТ | 146 |
| 6.1.1. Обеспечение функциональности | 147 |
| 6.1.2. Обеспечение надежности и масштабируемости | 147 |
| 6.1.3. Формирование ресурсных требований..... | 148 |
| 6.1.4. Формирование топологии корпоративного кластера | 150 |
| 6.1.5. Выбор сервером дисковых подсистем и соединений | 151 |
| 6.1.6. Корпоративная операционная система..... | 153 |
| 6.1.7. <i>RMS</i> – программное обеспечение кластера..... | 155 |
| 6.1.8. Средства централизованного архивирования и резервирования | 158 |
| 6.1.9. Принципы корпоративной системы | 159 |
| 6.2. Программная система поддержки мультиверсионного формирования программно-информационных технологий | 161 |
| 6.2.1. Конструктор структуры мультиверсионных компонент..... | 161 |
| 6.2.2. Функциональные возможности системы..... | 162 |
| 6.3. Использование программной системы поддержки для повышения доступности ресурсов корпоративной СУБД..... | 165 |
| 6.3.1. Процедуры настройки и оптимизации СУБД <i>ORACLE</i> | 165 |
| 6.3.2. Оптимизация быстродействия системы управления базами данных <i>ORACLE</i> | 167 |
| 6.3.3. Программная подсистема оптимизации быстродействия СУБД <i>ORACLE</i> | 168 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 170 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 172 |